

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ENTORNOS URBANOS E INDUSTRIALES DE UNA REGIÓN DEL NORESTE DE MÉXICO

**SPATIAL AND TEMPORAL ANALYSIS OF AIR
QUALITY IN URBAN AND INDUSTRIAL
ENVIRONMENTS IN ANORTHEAST REGION
OF MEXICO**

Paola Guadalupe Cedillo Jasso
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, México

Edgar Pérez Arriaga
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, México

Ausencio Azuara Domínguez
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, México

Hilario Aguilar Izaguirre
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, México

Porfirio Tadeo Peña García
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19191

Análisis Espacial y Temporal de la Calidad del Aire en Entornos Urbanos e Industriales de una Región del Noreste de México

Paola Guadalupe Cedillo Jasso¹M23380003@cdvictoria.tecnm.mx<https://orcid.org/0009-0000-7984-4449>TecNm/Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
México**Edgar Pérez Arriaga**edgar.pa@cdvictoria.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0001-8874-6963>TecNm/Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
México**Ausencio Azuara Domínguez**ausencio.ad@cdvictoria.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0002-1180-1538>TecNm/Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
México**Hilario Aguilar Izaguirre**hilario.ai@cdvictoria.tecnm.mx<https://orcid.org/0009-0008-4543-2284>TecNm/Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
México**Porfirio Tadeo Peña García**porfirio.pg@cdvictoria.tecnm.mx<https://orcid.org/0009-0006-6422-5972>TecNm/Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
México

RESUMEN

La contaminación del aire en entornos urbanos es un desafío global, influenciada principalmente por la movilidad vehicular y la actividad industrial. En Ciudad Victoria, Tamaulipas, un estudio reciente abordó esta problemática, analizando la distribución espacial de la calidad del aire y sus implicaciones. Las emisiones de vehículos a motor, como partículas finas (PM_{2.5}), partículas gruesas (PM₁₀), dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles (COV), junto con los contaminantes industriales como óxidos de azufre (SO_x) y metales pesados, son perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. La exposición prolongada a estos contaminantes aumenta el riesgo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, afectando especialmente a grupos vulnerables. Este proyecto se llevó a cabo mediante el monitoreo del aire en 75 puntos clave de Ciudad Victoria, utilizando un dispositivo GPS para la geolocalización y un monitor de calidad del aire 10-en-1 para medir diversos contaminantes. Los datos recopilados, incluyendo coordenadas geográficas, índice de calidad del aire (ICA), humedad y temperatura, se analizaron con los softwares Tableau y SPSS. Los resultados revelaron variaciones significativas en los niveles de ICA, con concentraciones elevadas en áreas de alto flujo vehicular, especialmente durante el turno vespertino. Las pruebas estadísticas confirmaron diferencias significativas en la calidad del aire entre los turnos matutino y vespertino ($p = 0.0006$), sugiriendo que la tarde muestra una mayor sensibilidad a factores que intensifican las diferencias en la distribución de contaminantes. Estos hallazgos subrayan la necesidad de considerar los factores temporales en las estrategias de intervención y políticas públicas, destacando la importancia de abordar la contaminación del aire de manera integral para proteger la salud pública.

Palabras clave: calidad del aire, movilidad urbana, contaminación atmosférica, salud pública

¹ Autor principal

Correspondencia: edgar.pa@cdvictoria.tecnm.mx

Spatial and Temporal Analysis of Air Quality in Urban and Industrial Environments of a Northeastern Region of Mexico

ABSTRACT

Air pollution in urban environments is a global challenge, primarily influenced by vehicular mobility and industrial activity. In Ciudad Victoria, Tamaulipas, a recent study addressed this issue by analyzing the spatial distribution of air quality and its implications. Emissions from motor vehicles, such as fine particulate matter (PM_{2.5}), coarse particulate matter (PM₁₀), nitrogen dioxide, carbon monoxide, sulfur dioxide, and volatile organic compounds (VOCs), along with industrial pollutants like sulfur oxides (SO_x) and heavy metals, are detrimental to human health and the environment. Prolonged exposure to these pollutants increases the risk of respiratory and cardiovascular diseases, especially affecting vulnerable groups. This project was carried out by monitoring air at 75 key points in Ciudad Victoria, using a GPS device for geolocation and a 10-in-1 air quality monitor to measure various pollutants. The collected data, including geographical coordinates, Air Quality Index (AQI), humidity, and temperature, were analyzed using Tableau and SPSS software. The results revealed significant variations in AQI levels, with elevated concentrations in areas of high vehicular traffic, especially during the afternoon shift. Statistical tests confirmed significant differences in air quality between the morning and afternoon shifts ($p = 0.0006$), suggesting that the afternoon shows greater sensitivity to factors that intensify differences in pollutant distribution. These findings underscore the need to consider temporal factors in intervention strategies and public policies, highlighting the importance of addressing air pollution comprehensively to protect public health.

Keywords: air quality, urban mobility, atmospheric pollution, public health

Artículo recibido 22 julio 2025

Aceptado para publicación: 27 agosto 2025



INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana desempeña un papel fundamental en la contaminación atmosférica en entornos urbanos. El rápido crecimiento de la población ha llevado a un aumento significativo en la movilidad urbana y, de la misma forma, a un incremento en el uso de vehículos motorizados. La movilidad vehicular se ha vuelto una necesidad; sin embargo, tiene impactos negativos, como el deterioro de la calidad del aire.

Los vehículos a motor emiten sustancias perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. Entre esas emisiones se encuentran partículas finas PM_{2.5}, partículas de polvo grueso PM₁₀, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles (COV), los cuales a una exposición prolongada tienen efectos severos.

Además de la movilidad vehicular, la contaminación industrial también contribuye significativamente a la contaminación atmosférica en áreas urbanas. Las actividades industriales emiten una variedad de contaminantes, incluidos óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas en suspensión (PM), compuestos orgánicos volátiles (COV) y metales pesados. Estos contaminantes industriales, junto con las emisiones vehiculares, agravan la calidad del aire y presentan riesgos adicionales para la salud pública y el medio ambiente.

Este impacto negativo en la calidad del aire tiene consecuencias directas en la salud de la población urbana. Las partículas materializadas provenientes de la combustión vehicular e industrial aumentan el riesgo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Además, los niveles elevados de contaminantes atmosféricos afectan a grupos vulnerables, como niños, ancianos y personas con problemas de salud preexistentes.

Este proyecto se llevará a cabo con el monitoreo del aire en puntos clave dentro de la ciudad (Ciudad Victoria, Tamaulipas) registrando los principales contaminantes. Se establecerá una geolocalización para saber dónde se realizará este monitoreo, mediante el uso del software Tableau.

Este análisis de la relación entre la movilidad urbana, la actividad industrial y la calidad del aire busca destacar la importancia de abordar este desafío de manera integral, considerando tanto los aspectos ambientales como los impactos directos en la salud de la población.



Revisión de literatura

La calidad del aire en las zonas urbanas es un problema de salud pública creciente, con impactos significativos en la calidad de vida y la economía. Este trabajo presenta una revisión sistemática de investigaciones recientes sobre la gestión de la calidad del aire y su relación con la movilidad y la salud humana en diversas ciudades de América Latina.

La investigación sobre calidad del aire y sostenibilidad en contextos urbanos revela la complejidad del problema y la necesidad de enfoques multidimensionales. Salas (2023) evaluó la gestión de calidad del aire en Guanajuato mediante métodos mixtos, destacando indicadores como el Índice de Variación Cualitativa y el Índice de Coocurrencia de Códigos. Granada et al. (2014) diseñaron un sistema de manejo de calidad del aire en Cali basado en normas ISO, articulando medidas de control ambiental. Hernández et al. (2023) identificaron que el parque vehicular genera el 56% de contaminantes criterio en San Luis Potosí, subrayando la importancia de políticas de movilidad sostenible.

Navarro (2019) evaluó la implementación del Proaire en el Valle de México, destacando la falta de medidas clave como zonas de cero emisiones. Por su parte, Gaitán et al. (2007) analizaron la calidad del aire en Bogotá, concluyendo que los contaminantes como óxidos de azufre no representan un problema significativo. Orlandoni et al. (2021) exploraron el impacto del PM10 y O3 en enfermedades respiratorias, mostrando que la reducción del PM10 disminuye los casos atendidos. Duarte y García (2019) relacionaron partículas PM2.5 y PM10 con enfermedades como EPOC y cáncer de pulmón, mientras que Becerra et al. (2021) observaron asociaciones entre PM10 y morbilidad respiratoria en Cúcuta.

Estudios adicionales, como el de Acevedo (2021), vinculó contaminantes con la morbilidad por COVID-19, mientras que Soto (2017) analizó tensiones legislativas en México sobre contaminación vehicular. En Guadalajara, Olivares et al. (2022) demostraron que sistemas de transporte bajo en carbono disminuyen contaminantes como SO2 y NO2. Buendía (2018) caracterizó la interacción entre movilidad urbana y calidad del aire, y García (2009) destacó la influencia de factores regionales en la contaminación del Valle de México. Finalmente, Catalán et al. (2009) identificaron percepciones sobre contaminación y salud en estudiantes de la Ciudad de México.



Los estudios analizados emplean una variedad de metodologías, desde análisis cualitativos y cuantitativos hasta modelos de simulación, para evaluar la calidad del aire, identificar las principales fuentes de contaminación y evaluar el impacto de las políticas públicas. Los resultados revelan que el transporte vehicular es una de las principales fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos, como PM10, PM2.5, NO2 y O3, y que la exposición a partículas finas y ozono está asociada a un aumento en la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Además, se evidencia la necesidad de implementar políticas integrales que aborden las múltiples dimensiones del problema, como la promoción de la movilidad sostenible, la mejora de los sistemas de transporte público y la regulación de las emisiones industriales. Los estudios de caso presentados muestran la importancia de adaptar las estrategias de gestión de la calidad del aire a las características específicas de cada ciudad, considerando factores como el clima, la densidad poblacional y las actividades económicas.

METODOLOGÍA

Método

El estudio utilizó un enfoque cuantitativo para analizar la intensidad y distribución del Índice de Calidad del Aire (ICA) en Ciudad Victoria. Se llevó a cabo un muestreo por conveniencia, seleccionando 75 puntos de medición distribuidos en ambos sectores de la ciudad, con énfasis en zonas de alta densidad de tráfico vehicular y presencia de industrias.

Materiales

Para realizar la geolocalización de los sitios y fuentes emisoras, se utilizó un dispositivo de sistema de posicionamiento global (GPS) para registrar los puntos localizados en la ciudad. El equipo empleado fue un Garmin modelo GPSMAP 64, que contaba con una pantalla de 2.6 pulgadas visible a la luz solar, un receptor GPS y GLONASS de alta sensibilidad con antena quadrifilar helix, altímetro barométrico, brújula de tres ejes, un sistema de batería dual optimizado para exteriores y conectividad inalámbrica a través de Bluetooth o tecnología ANT.

La recolección de muestras se llevó a cabo utilizando un monitor de calidad del aire 10-IN-1, capaz de medir PM2.5, PM10, partículas, HCHO (formaldehído), TVOC, AQI, temperatura y humedad. Este dispositivo también permitía la exportación de datos y contaba con una función de histograma



Procedimiento

Recolección de datos: En cada punto de muestreo se realizaron mediciones y los datos obtenidos se registraron en una hoja de cálculo. La información recolectada incluyó coordenadas geográficas (latitud y longitud), índice de calidad del aire, humedad, temperatura, número de partículas PM2.5 y PM10, además del cuadrante correspondiente.

Mapa de muestreo: Se creó un mapa digital empleando el software Tableau 2024.1 para representar de manera visual la distribución espacial de los puntos de muestreo.

Análisis de datos: Los datos recopilados fueron analizados mediante el software estadístico SPSS.

Análisis descriptivo: Se calcularon medidas de tendencia central (media y mediana) y de dispersión (desviación estándar) para cada cuadrante.

Análisis inferencial: Se aplicaron pruebas estadísticas, incluyendo la prueba t y la de U de Mann-Whitney, para comparar las medianas de los niveles de ICA entre los dos sectores, utilizando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

El análisis del Índice de Calidad del Aire (ICA) en los dos sectores de Ciudad Victoria muestra variaciones significativas en los patrones de distribución espacial y niveles de exposición.

La Figura 1 proporciona una representación general de la distribución espacial del ICA durante el turno matutino en la ciudad. Se evidencian niveles elevados de ICA, especialmente en áreas donde también se registra un gran flujo vehicular, destacando la influencia de una avenida con alta densidad de tráfico.

Por su parte, la Figura 2 resalta una elevada concentración de puntos con niveles altos de ICA en ambos sectores, lo que refleja un aumento significativo en la contaminación atmosférica. Este fenómeno se atribuye a la permanencia de partículas contaminantes en las mismas áreas durante períodos prolongados.

Figura 1. Distribución del ICA turno matutino

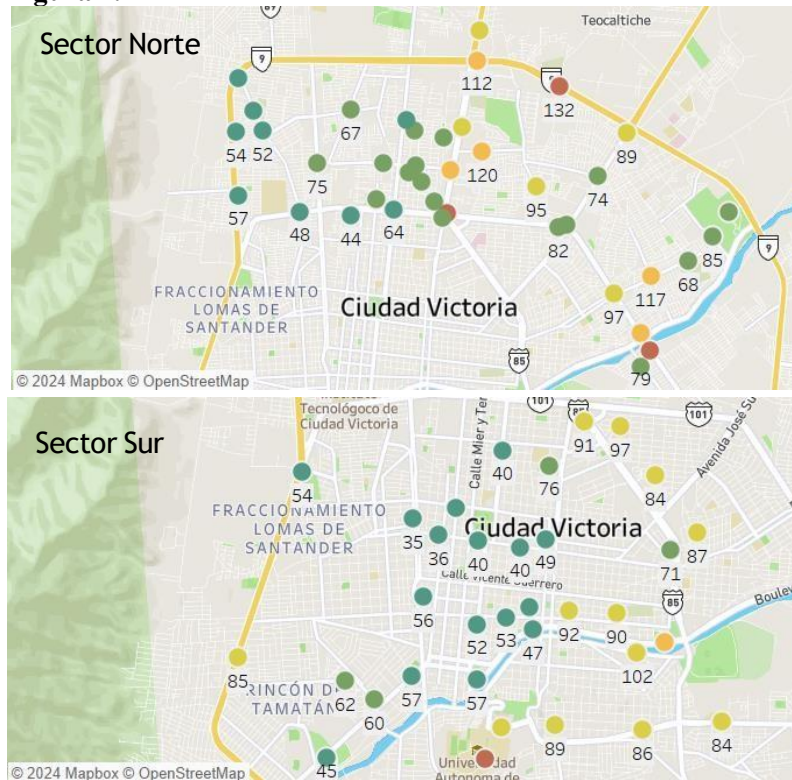
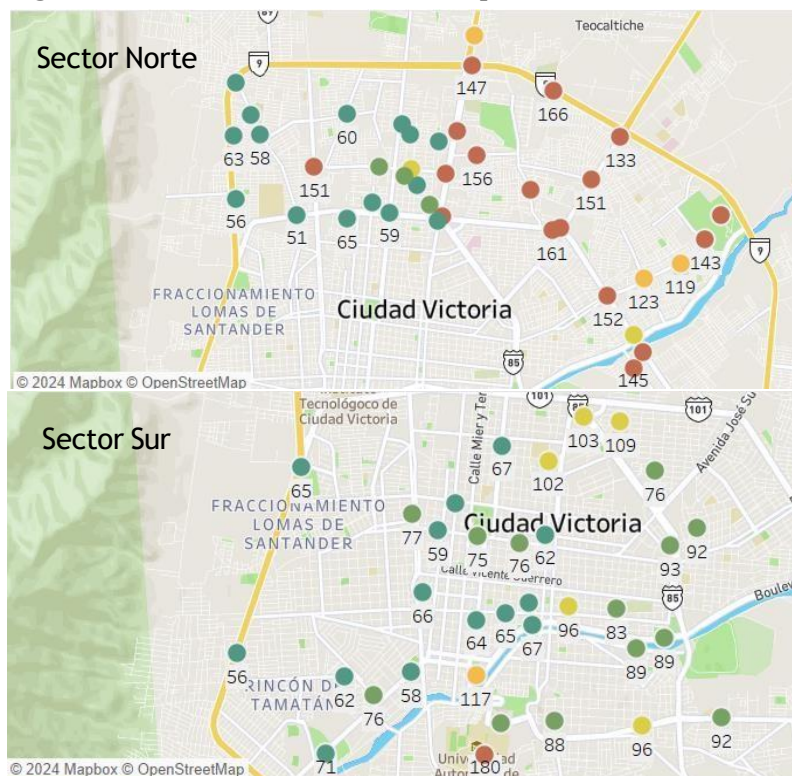


Figura 2 Distribución del ICA turno vespertino



Prueba T

Se realizó una prueba t para muestras independientes con el objetivo de comparar los niveles de calidad del aire registrados en los turnos matutino y vespertino.

La prueba t para muestras independientes es una herramienta estadística empleada para identificar si existe una diferencia significativa entre las medias de dos grupos independientes. En este análisis, los grupos evaluados corresponden a los turnos matutino y vespertino.

Los resultados indicaron diferencias significativas entre ambos turnos, ya que el valor p obtenido ($p = 0.0006$) fue inferior al nivel de significancia establecido de 0.05, como se muestra en la Tabla 1.

Un valor de significancia de 0.0006 en la prueba t indica que la probabilidad de que las diferencias observadas entre los niveles de calidad del aire en los turnos matutino y vespertino sean producto del azar es extremadamente baja, apenas un 0.06%.

Se utilizó un nivel de significancia convencional de 0.05, este resultado está muy por debajo del umbral establecido, lo que me permite concluir que las diferencias entre los turnos son estadísticamente significativas. Esto significa que es altamente probable que los cambios en los niveles de calidad del aire entre ambos turnos sean reales y no se deban únicamente a la variabilidad aleatoria. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Prueba de U de Mann-Whitney

Los valores de significancia obtenidos en las pruebas U de Mann-Whitney indican la probabilidad de que las diferencias observadas en las distribuciones entre las categorías sean atribuibles al azar, considerando las hipótesis planteadas Tabla 2.

Valor de significancia de 0.038 para la tarde

Hipótesis nula (H_0): La distribución de los datos del turno de la tarde es la misma entre las categorías de clasificación.

Como el valor de significancia ($p = 0.038$) es menor que el nivel de significancia convencional ($\alpha = 0.05$), se rechaza la hipótesis nula. Esto implica que existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución de los datos del turno de la tarde entre las categorías de clasificación.



Valor de significancia de 0.17 para la mañana:

Hipótesis nula (H_0): La distribución de los datos del turno de la mañana es la misma entre las categorías de clasificación.

Como el valor de significancia ($p = 0.17$) es mayor que el nivel de significancia convencional ($\alpha = 0.05$), no se puede rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que no hay evidencia estadística suficiente para afirmar que las distribuciones del turno de la mañana difieran entre las categorías de clasificación.

Tabla 1. Resultados Prueba T

Prueba T para muestras Independientes														
Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Turno	Variable {I}	{II}		75	75	76.00	94.05	-18.05	-28.16	-7.94	0.0010	-3.53	0.0006	Bilateral

Grafica 1. Prueba T entre horarios Matutino y Vespertino

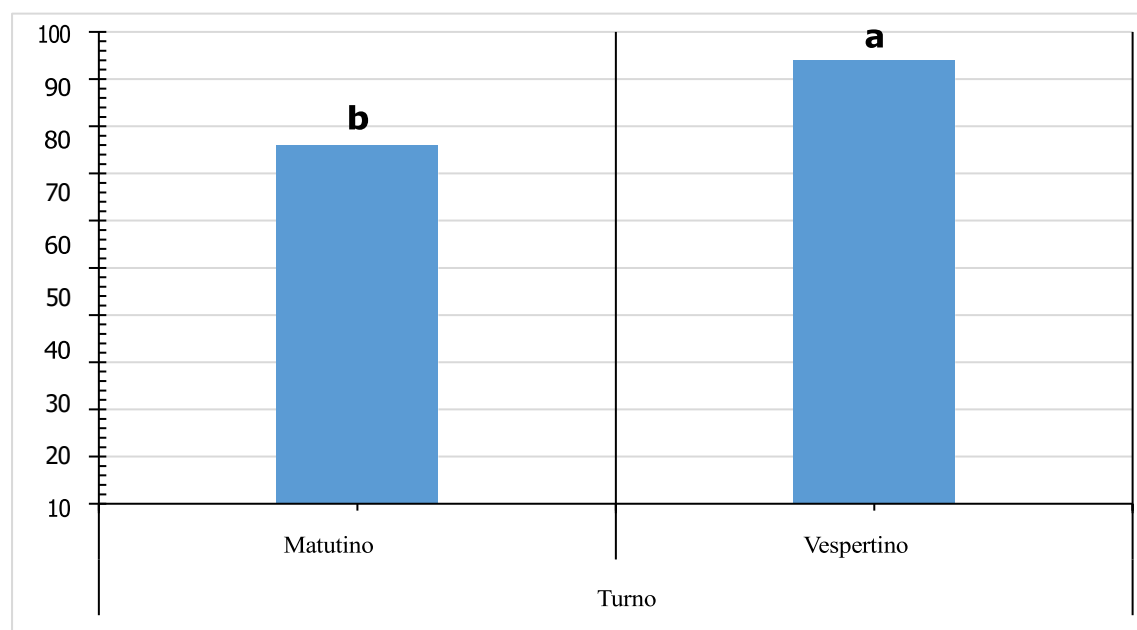


Tabla 2. Resultados Prueba de U de Mann-Whitney

Pruebas no paramétricas

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de tarde es la misma entre categorías de clasificación.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.038	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de mañana es la misma entre categorías de clasificación.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.017	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

CONCLUSIONES

Este estudio ha proporcionado una comprensión detallada de la distribución espacial de la calidad del aire en Ciudad Victoria, Tamaulipas, revelando patrones significativos de variación a lo largo del día y entre diferentes categorías de clasificación. Los resultados obtenidos a través del análisis del Índice de Calidad del Aire (ICA) y las pruebas estadísticas (Prueba t de Student y Prueba U de Mann-Whitney) subrayan la influencia de factores temporales en la dinámica de la contaminación atmosférica urbana.

De manera destacada, la Prueba t para muestras independientes reveló diferencias estadísticamente significativas en los niveles de calidad del aire entre los turnos matutino y vespertino. El valor p obtenido ($p = 0.0006$) fue muy inferior al nivel de significancia establecido de 0.05, lo que indica que las variaciones en la calidad del aire entre ambos periodos son consistentes y no atribuibles al azar. Específicamente, el turno vespertino mostró una media del ICA de 94.05, mientras que el turno matutino fue de 76.00, evidenciando un deterioro en la calidad del aire durante la tarde.

Asimismo, los hallazgos de la Prueba U de Mann-Whitney refuerzan esta temporalidad. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la distribución de los datos del turno de la tarde entre las categorías de clasificación ($p = 0.038$), lo que implica una mayor sensibilidad a los factores que influyen en la calidad del aire durante este periodo. Esto podría deberse a un aumento en las actividades humanas, como el tráfico vehicular, o a cambios en las condiciones climáticas que intensifican la concentración de contaminantes. En contraste, la distribución de los datos del turno matutino no mostró diferencias significativas entre las categorías de clasificación ($p = 0.17$), sugiriendo una mayor homogeneidad en las condiciones ambientales durante la mañana.

La representación visual de la distribución espacial del ICA a través de la Figura 1 y la Figura 2 corroboró estos patrones, evidenciando niveles elevados del ICA, especialmente en áreas con alta densidad de tráfico vehicular y la permanencia de partículas contaminantes durante periodos prolongados.

En síntesis, este estudio confirma la complejidad de la contaminación atmosférica urbana y la necesidad de considerar la variabilidad temporal en su análisis y gestión. Los resultados resaltan la importancia de ajustar estrategias de intervención y políticas públicas, tales como la regulación del tráfico vehicular o la promoción de alternativas de movilidad sostenible, basándose en los patrones específicos de cada



horario del día, para optimizar su efectividad en la mejora de la calidad del aire y la protección de la salud pública en entornos urbanos como Ciudad Victoria. Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el periodo de monitoreo para identificar tendencias estacionales y explorar la correlación directa entre los niveles de contaminantes específicos (PM2.5, PM10, etc.) y la incidencia de enfermedades respiratorias en la población local.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Becerra, D., Ramírez, L. F., Niño, M. V., Oviedo, C. H., Plaza, L. F., (2021). Relación entre la Calidad del Aire y la Incidencia de Enfermedades Respiratorias en el Municipio de San José de Cúcuta, Norte de Santander. *Ingeniería Y Competitividad*, 23(2).

<https://doi.org/10.25100/iyc.v23i2.9698>

Buendía Martínez, J. M. (2018). Logística sostenible: estudio de la calidad del aire e interacción sobre la movilidad urbana. Repositorio.upct.es. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/7358>

Calidad Del Aire Y Su Relación Con Enfermedades Pulmonares. (s/f). Edu.co. Recuperado el 9 de noviembre de 2023, de

<https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/5804/Calidad%20Aire%20Enfermedades.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Catalán-Vázquez, M., Riojas-Rodríguez, M., Jarillo-Soto, H., Delgadillo-Gutiérrez, E., & Javier, H. (2009). *Percepción de riesgo a la salud por contaminación del aire en adolescentes de la Ciudad de México*. <https://www.redalyc.org/pdf/106/10612560010.pdf>

Centro de Documentación e Información INTER t i p s. 2 0 1 3 Servicio de disseminación selectiva en información económica © Victor Medina Corona Green, & Sánchez, J. y. (s/f). La calidad del aire en América Latina: una visión panorámica. © Clean Air Institute.Unam.mx. Recuperado el 9 de noviembre de 2023, de

http://biblioteca.iiec.unam.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=19820

Colaboradores de los proyectos Wikimedia. (2008, abril 16). gas incoloro. Wikipedia.org; Wikimedia Foundation, Inc. https://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono Coloballes, S., & Verónica, N. (2017). El control de la contaminación atmosférica en México (1970-1980): tensiones y coincidencias entre el sector salud y los industriales. Dynamis Granada, Spain),



37(1), 187–209. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0211-95362017000100009

Cordova, D. G., Flores, E. N., García, R. R., & Salvador, J. C. R. (s/f). Contaminación atmosférica, riesgo persistente. Ciencia UNAM. Recuperado el 9 de noviembre de 2023,

<https://ciencia.unam.mx/leer/864/contaminacion-atmosferica-riesgo->

De compuestos orgánicos volátiles. Wwww.miteco.gob.es. [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-)

[evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-)

[aire/emisiones/actemis/compuestos_organicos_volatiles.html](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-)

De, D., Sociales, C., & Humanidades, Y. (2019). Unidad Azcapotzalco.

https://sociologiaurbana.azc.uam.mx/wpcontent/uploads/2021/04/Contaminacion_del_transpo

[rte_pesado_Suarez_Garnica_J_C_2019-1.pdf](https://sociologiaurbana.azc.uam.mx/wpcontent/uploads/2021/04/Contaminacion_del_transpo) de La Contaminación Atmosférica Asociada En

La Ciudad de, E. D. E. L. A. M. U. Y. E. L. M. (s/f).

Tesis De Doctora En Ingeniería Química. Edu.Ar. Recuperado El 3 de mayo de 2024, de

https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6749/GRASSI%20Y.S._TES

[IS.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6749/GRASSI%20Y.S._TES)

Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E. (2023). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá.

Revista de Ingeniería, 26, 81–92. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121>

García-Reynoso, J. A. (2009). Influencia De La Meteorología En La Calidad Del Aire En La Zona

Metropolitana Del Valle De México. Tip Revista Especializada En Ciencias Químico-

Biológicas, 12(2), 83–86. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43215406004>

Glosario: Dióxido de azufre (SO). Wwww.greenfacts.org. Recuperado el 12 de diciembre de 2023, de

<https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/dioxido-azufre-SO2.htm>

Glosario: Partículas en suspensión. Wwww.greenfacts.org. Recuperado el 12 de diciembre, de

<https://www.greenfacts.org/es/glosario/pqrs/particulas-suspension.htm>

Gob.mx. Recuperado el 9 de noviembre de 2023, de

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/399257/28_ProAire_Tamaulipas.pdf



- Granada-Aguirre, L. F., Pérez-Vergara, I., Valencia-Rodríguez, M., Rojas-Alvarado, R., & Herrera-Orozco, I. (2014). Sistema para el manejo de la calidad del aire en la ciudad de Cali – Colombia. *ingeniería Industrial*, XXXV (1), 13–24.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433596003>
- Hernández Cerda, C. N., Ávila Galarza, A., & Cerda Alonso, D. G. (2022). Impacto de la movilidad urbana en la calidad del aire de la zona metropolitana de San Luis Potosí, México. *Revista de ciencias ambientales*, 57(1), 1–27. <https://doi.org/10.15359/rca.57-1.8>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía(INEGI). (s/f). Parque vehicular. Org.mx. Recuperado el 9 de noviembre de 2023, de <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/>
- Jaramillo, M., González, D. E., Núñez, M. E., & Portilla, G. (2009). Índice integrado de calidad del aire para ciudades colombianas. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 48, 97–106. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43016337010>
- Jimmy, A., Carbonell, & Escalante Semerena, R.
<http://economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/360/03escalanteyjimmy.pdf>
- Korc, M. E., En Contaminación, A., Aire, D., & Consultor, R. S. (s/f). Monitoreo De La Calidad Del Aire En América Latina. Paho.org. Recuperado el 9 de noviembre de 2023, de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55453/monitoreocalidadal_spa.pdf
- Mejia-Toro, W. A., & Fabra-Arrieta, J. C. (2019). Afecciones respiratorias asociadas a factores ambientales y sanitarios en tres veredas de Guarne, Colombia, 2015. *Revista de salud pública (Bogota, Colombia)*, 21(2), 217–223. <https://doi.org/10.15446/rsap.v21n2.56036>
- Najar, F. D. Q. G., Lara, Y. A., & Pérez, M. G. G. (2017). Entropías de la movilidad urbana en el espacio metropolitano de Guadalajara: Transporte privado y calidad del aire. *Tecnura*, 21(53), 138–149. <https://www.redalyc.org/journal/2570/257054721010/html/>
- Navarro Arredondo, A., & Navarro Arredondo, A. (2019). Control de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Estudios Demográficos Y Urbanos*, 34(3), 631–663. <https://doi.org/10.24201/edu.v34i3.1806>



Olivares Mendoza, J., Hernández Rodríguez, C., & Jiménez Portugal, L. (2022). Movilidad urbana sostenible, una alternativa para la contaminación atmosférica en el Área Metropolitana de Guadalajara. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales*, 31(62), 108–130.

<https://doi.org/10.20983/noesis.2022.2.7>

Orlandoni-Merli, G., Ramoni-Perazzi, J., & Pérez-Pulido, M. O. (2021). Calidad del Aire y Enfermedades Respiratorias bajo Diversos Esquemas de Circulación Vial en Bucaramanga (Santander, Colombia). *Revista lasallista de investigacion*, 18(1), 100–113.

<https://doi.org/10.22507/rli.v18n1a7>

Óxidos de nitrógeno (monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno, etc.) (Nitrogen Oxides) | ToxFAQ ATSDR. (2019, marzo 14). www.atsdr.cdc.gov.

https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts175.html

Pineda, B. E., Muñoz, C. H., & Gil, H. (2018). Aspectos relevantes de la movilidad y su relación con el medio ambiente en el Valle de Aburrá: una revisión. *Ingeniería Y Desarrollo*, 36(2), 489–508. <https://www.redalyc.org/journal/852/85259689013/html/>

Resumen de Salud Pública: Monóxido de Carbono (Carbon Monoxide) | PHS | ATSDR. (2021, enero 25). www.atsdr.cdc.gov. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.html

Retana-Olvera, J. L., & Ruiz-Serrano, M. (2021). Movilidad urbana y calidad del aire en la zona metropolitana de Toluca a inicios del COVID-19. *CienciAmérica*, 10(2), 81–98.

<https://doi.org/10.33210/ca.v10i2.377>

Salas-Rodríguez, D. (2023). Índice Complejo de Gestión de la Calidad del Aire y Sostenibilidad. *Investigación administrativa*, 52–1(131), 1–16. <https://doi.org/10.35426/iav52n131.04>

Suarez, L. F. A. (s/f). Influencia De La Calidad Del Aire En La Mortalidad Y La Morbilidad Por Enfermedades Respiratorias En Colombia. *Edu.co*. Recuperado el 9 de noviembre de 2023, de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33256/2021LuisAcevedos.pdf?sequence>



US EPA, O. (2018, June 1). Conceptos básicos sobre el material particulado (PM, por sus siglas en inglés). Espanol.epa.gov. <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles> Who.int. Recuperado el 9 de noviembre de 2023, de <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346062/9789240035461-spa.pdf?sequence=1>

